



FY501G (0200) Våg- och materiefysik för civilingenjörer, delkurs 1 hp

Laboration 1

Förbered dig inför lab. 1 med att läsa och arbeta med uppgifter i lärobokens kapitel 16 och 17.

Laboration 1 består av de sju stationerna som beskrivs nedan att rotera emellan parvis.

Anteckningar skall tas vid varje station för att kunna diskutera genomförande och utfall gemensamt.

1. Kundts rör, stående ljudvågor

Ljudvågor genereras och detekteras mha högtalare resp mikrofon inbyggda i ett rör.

Ljudintensiteten vid mikrofonen kan relateras till elektriska mätningar.

2. Stående ljudvågor i ett rör med ena änden sluten med vatten

Använd stämgaflar med olika frekvenser som primär ljudkälla.

3. Transversella och longitudinella vågor i en fjäder

Prova att generera transversella samt longitudinella pulser, samt transversella stående vågor.

Studera reflektion från 'hård' och 'mjuk' ände.

4. Vattenvågor

Studera en vågfronts passage genom en spalt (öppning) av varierande storlek, samt genom två spalter.

Vattendjupet kan varieras genom att lägga i en plastskiva, varpå brytning kan observeras.

5. Generera (o)ljud och mät ljudnivå

Jämför intensiteten som når ljudnivåmätaren med den elektriska effekten som en högtalare förbrukar. Prova också några olika psykoakustiska fenomen, vilka finns beskrivna vid stationen.

6. Svängande strängen (två olika uppställningar)

En stående våg ställs upp i ett 'snöre' varpå två olika samband för att beskriva vågens utbredningsfart skall jämföras, på samma sätt som gjordes på föreläsning F2.

7. Analysera tidsserier av ljud med mjukvaran Capstone (två uppställningar)

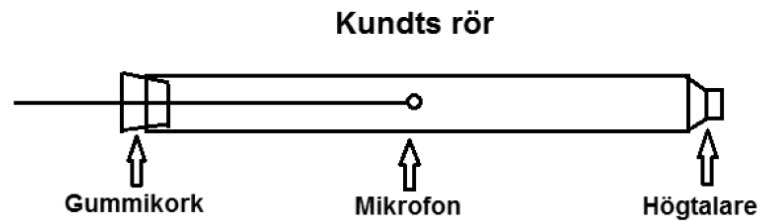
Några olika valfria ljud (tex stämgaffel, vissla, prata mm) analyserar mha dator med interface. Tex kan periodtiden för en stämgaffel mätas i tidsserien och jämföras med FFT (Fast Fourier Transform), på liknande sätt som gjordes på föreläsning F5.

När väntetider uppstår mellan stationer kan en sysselsätta sig med några andra saker i labbet, bla: trådlös ljudöverföring, ljudöverföring via optisk fiber, generera ljud med värme mm, samt studera planschen om människans hörselorgan längst ned i T112. Studenterna ansvarar själva för att en lagom nivå av kaffedrickande genomförs samt att frisk luft och moralhöjande livsmedelsklassade preparat intas under laborationens fyra timmar. Dock ej i T112.

På de följande sidorna finns mera detaljerad information om vissa av stationerna. Dessa texter kommer även att finnas utskrivna vid respektive station i labbet.

1. Kundts rör, stående ljudvågor

Du ska bestämma ljudets hastighet i luft. Till din hjälp har du ett genomskinligt rör med en högtalare i ena änden. I andra änden sitter en gummikork med ett hål där vi har en metallstång försedd med en mikrofon instoppad. Högtalaren matas med en ton (sinusformad) med en frekvens på ca **680 Hz**. Mikrofonsignalen studeras på ett oscilloskop samtidigt som stången används för att ändra mikrofonens läge. Du ska försöka hitta den stående ljudvågens noder. Bestäm med hjälp av nodernas lägen våglängden genom att mäta avståndet mellan två noder.



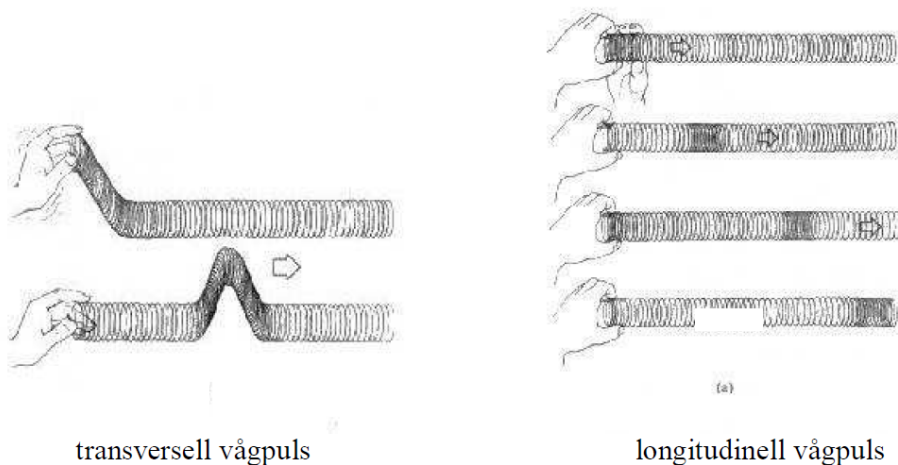
- a) Bestäm våglängden för den stående vågen.
- b) Beräkna ljudhastigheten i luften $v = \lambda f$

2. Stående ljudvågor i ett rör med ena änden slutet med vatten

Ett vanligt mätglas (plast) utan botten blir **ett i ena änden slutet rör** när ena änden sänks ned i vatten. Slå till en stämgaflö och håll den strax ovanför glasets öppning. Justera vattennivån i glaset genom att sakta sänka ned det i vattnet. Vid en viss höjd på luftpelaren i "röret", bildas det en stående våg där inne och det hörs!

- a) Hur hög är luftpelaren?
- b) Hur ser den stående vågen ut i glaset om vi utgår ifrån att det bildas en grundton.
- c) Beräkna våglängden för den stående vågen.
- d) Beräkna ljudhastigheten i luften $v = \lambda f$

3. TRANSVERSELLA OCH LONGITUDINELLA VÅGOR I EN FJÄDER



a) Skicka iväg longitudinella **pulser** genom den långa fjädern med stor diameter. Observera reflektionen när pulsen kommer fram till andra änden.

b) Byt till den långa fjädern med liten diameter. Skicka transversella **pulser**. Observera reflektionen när pulsen kommer fram till andra änden.

c) Försök att åstadkomma en **stående våg** genom att röra fjädern åt höger och vänster med rätt frekvens. Rör sedan handen dubbelt så fort, 3 gånger så fort osv; vad händer? Vad händer med våglängden när frekvensen ökar?

d) Låt kompisen hålla vid en **nod** på stående vågen för att övertyga sig om att vågen står så gott som stilla vid noderna.

4. VATTENVÅGOR

Med vattenvågor kan man åskådliggöra många fenomen som uppkommer i samband med **all** vågrörelse.

OBS! Titta på vågmönstret på den vita plastskivan som sitter på sidan av vattenbadet.

a) Skicka in **en** plan våg med hjälp av t ex en linjal och avvakta en liten stund. Vad inträffar när vågen kommit fram till behållarens kant?

b) Lägg i en plexiglasskiva så att det skapas två områden: ett med djupare ett med grundare vatten. Skicka in en plan våg. Vad inträffar när vågen kommer in i det grundare området?

c) Ta bort plexiglasskivan från botten. Låt plana vågor passera ett hinder med en ganska stor öppning först (m h a två plexiglasskivor); vad händer?
Minska öppningen avsevärt, vad kan man observera nu?

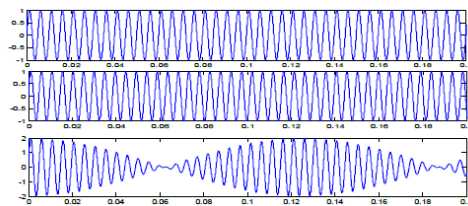
d) Skapa cirkulära vågor med t ex ett finger som du doppar med konstant frekvens i vattnet. Låt nu två fingrar ge upphov till två vågor som svänger med samma frekvens. Vad händer?

När du har gjort alla försök med vattenvågorna, ska du ha observerat följande fenomen:
reflektion, refraktion = **brytning**, **diffraction** = böjning, **interferens** = samarbete: destruktiv och konstruktiv.

5. Generera (o)ljud och mät ljudnivå.

Några psykoakustiska fenomen:

- Beats – örat kan inte separera två väldigt närliggande frekvenser
 - Man hör snittfrekvensen och amplituden varierar som skillnaden mellan frekvenserna
 - Utnyttjas när man stämmer stränginstrument



200 Hz



208 Hz



200 + 208 Hz (hörs 204 Hz, beat på 8 Hz)

- Kombinationstoner – om frekvenser är separerade med minst 50 Hz kan man höra kombinationstoner
 - $f_1 - f_2$ och $f_1 + f_2$



200 Hz



300 Hz



200 + 300 Hz



(100 Hz)



(500 Hz)

- Maskning - en stark ton maskar över svagare toner med närliggande frekvenser
 - Tex 4 kHz – svårt att höra svagare 3,5 kHz ton. Dock lätt att höra lika svag 1 kHz-ton.
 - Gäller även övertoner – 1 kHz med 2 kHz överton – svårt att höra 1900 Hz



4000 Hz



3500 Hz



4000 + 0,1*3500



4000 Hz



1000 Hz



4000 + 0,1*1000